L'ÉTAT ACTUEL
DE LA CONSTRUCTION DES TORPILLES ET DES TORPILLEURS
PREMIÈRE PARTIE : TORPILLES

L'adoption de la torpille comme engin de guerre et la création du torpilleur à grande vitesse sont deux événements de la plus grande importance dans l'histoire de la Marine au XIX^e^ siècle. La torpille fixe est le plus terrible des engins destructeurs; utilisée pour la défense d'une rade ou d'un port, elle rend à peu près impossible le forcement des passes. Le torpilleur, en permettant d'utiliser la torpille comme arme d'attaque, a profondément modifié les règles de la tactique navale ; s'il n'est pas appelé, comme le proclamaient, il y a quelque dix ans, ses partisans enthousiastes, à devenir le « roi des mers », il n'en reste pas moins un adversaire redoutable avec lequel doivent compter les plus puissants cuirassés.

De l'apparition du torpilleur à grande vitesse date la révolution qui s'est opérée depuis vingt ans dans la constitution des flottes européennes. Jusqu'alors, on avait considéré les grandes vitesses comme incompatibles avec les faibles déplacements. Lorsqu'on vit, en 1873, un constructeur anglais faire filer plus de seize nœuds à une vedette de quatre tonnes[1], on comprit que la vitesse pouvait devenir pour un bâtiment, comme le canon ou la cuirasse, un moyen d'attaque ou de défense. De nouveaux types de navires furent créés : on allégea les coques, on perfectionna les machines, on inventa de nouvelles chaudières. Tous les progrès réalisés dans cette voie depuis vingt ans sont synthétisés par le torpilleur, qui est par excellence le bateau léger et de grande vitesse ; aussi l'étude de ces petits bâtiments présente-t-elle pour l'ingénieur comme pour le marin un intérêt tout particulier.

Le torpilleur n'a sa raison d'être que par la torpille ; c'est de la torpille que nous nous occuperons aujourd'hui. Nous étudierons cet engin dans ses divers emplois pour la défense des côtes ou l'attaque des escadres ennemies.

I. — Puissance destructive de la torpille.

Une torpille est une mine dont l'explosion doit se produire sous l'eau. La torpille a des effets destructeurs tout différents de ceux qui peuvent être obtenus avec les différentes sortes de mines flottantes ou *machines infernales;* ces derniers engins — qui paraissent avoir été employés pour la première fois au XVI^e^ siècle (siège d'Anvers) et dont les Anglais firent usage à plusieurs reprises à la fin du XVII^e^ siècle contre les ports de Saint-Malo, Dieppe, Dunkerque (1693-1695), et plus tard contre la flotte française mouillée en rade de l'île d'Aix (1800) — ont une puissance relativement limitée et ne peuvent donner d'effets sérieux qu'à la condition de renfermer des poids considérables de substances explosives. L'air n'oppose, en effet, que peu de résistance à la détente des gaz provenant de l'explosion; si les divers corps solides mélangés à la poudre sont projetés avec assez de violence pour causer mort d'hommes, ils sont, en général, sans grande action sur les bâtiments ou ouvrages fortifiés contre lesquels la mine est dirigée. Il en est tout autrement de la torpille : le brusque refoulement de la masse d'eau, dû à l'expansion des gaz, détermine un choc d'une extrême violence qui donne naissance à une onde de refoulement susceptible de briser, dans les limites d'un certain rayon, tous les obstacles qu'elle rencontre. Si une torpille agit au contact de la carène d'un navire, sa puissance destructive est encore bien plus considérable. La carène subit alors directement la poussée résultant de l'explosion des gaz, l'eau environnante agissant comme bourrage. Les effets seront d'autant plus terribles que le bourrage sera plus résistant et, par suite, que l'immersion de la torpille sera plus considérable.

L'explosion de la torpille se manifeste tout d'abord par un gonflement de la surface liquide; puis les gaz se fraient un passage en un point du boursouflement ainsi formé et crèvent la surface en projetant une énorme masse d'eau, qui constitue la *gerbe.*

De nombreux essais ont été faits, en France ou à l'Étranger, sur des coques de navires condamnés, pour déterminer la puissance de destruction des torpilles suivant les poids des charges et les conditions particulières de l'explosion. On a trouvé que, pour être réellement dangereuse, une torpille doit renfermer 10 kilos de fulmi-coton ou 25 kilos de poudre, si l'explosion doit se faire au contact de la carène, avec une immersion d'au moins 2^m^,50. Si l'explosion se fait à 1 mètre de la carène, il faut environ 15 kilos de fulmi-coton pour obtenir le même effet. Une charge de 200 kilos de fulmi-coton,

[1] La *Miranda*, construite par M. Thornycroft.

immergée de 3m,50 et distante de 8 mètres de la carène d'une corvette, réduisit littéralement en pièces le bateau, projetant des débris jusqu'à plus de 100 mètres de hauteur.

Des expériences méthodiques ont été faites en France en vue de déterminer, suivant les différentes immersions, les charges à employer pour avoir à la surface un rayon de 7m,50, c'est-à-dire une zone dangereuse pour un bâtiment, limitée

Tableau I. — Charges des Torpilles.

IMMERSIONS	CHARGES EN KILOS	
	Poudre noire.	Fulmi-coton.
A 8 mètres	500	»
De 8 à 11 mètres	1.000	250
11 à 15 —	1.500	300
15 à 18 —	2.000	400
18 à 20 —	»	500
20 à 22 —	»	600
22 à 24 —	»	700

par une circonférence de 7m,50 de rayon ; les expériences ont conduit aux chiffres du tableau I.

II. — Substances explosives.

§ 1. — Fulmi-coton.

La torpille à charge de poudre est maintenant peu employée ; on préfère les torpilles à charge de fulmi-coton, qui présentent le grand avantage d'être, à poids égal, beaucoup plus puissantes, ainsi qu'on peut s'en convaincre par l'examen des chiffres du tableau.

Découvert par Schœnbein en 1846, le fulmi-coton s'obtient par l'action combinée d'acide azotique fumant et d'acide sulfurique concentré sur le coton. A l'état sec, le fulmi-coton se décompose lentement et dégage des vapeurs nitreuses ; soumis à une température relativement peu élevée, il est très instable et peut donner lieu à des explosions spontanées. Mélangé de 20 à 30 °/o d'eau, le fulmi-coton, tout en gardant sa puissance explosive, se conserve beaucoup plus facilement et devient très stable ; il ne détone plus, comme le fulmi-coton sec, sous l'action d'une cartouche de fulminate de mercure ; mais on en détermine facilement l'explosion au moyen d'une cartouche de fulmi-coton sec. Les torpilles à fulmi-coton renferment, par suite : 1° une *amorce* contenant du fulminate de mercure (1 gr. 5 environ) ; 2° une *charge-amorce* renfermée dans un étui étanche (tube ou boîte d'amorce) et composée de fulmi-coton sec (625 grammes pour les torpilles dont la charge est inférieure à 100 kilos ; 1,250 grammes pour les torpilles dont la charge dépasse 100 kilos) ; 3° une charge de fulmi-coton à 20 °/o d'eau environ. Avec les charges de fulmi-coton sec indiquées ci-dessus, le fulmi-coton, même saturé d'eau, détonerait à coup sûr.

Certaines Puissances emploient pour les torpilles, outre le fulmi-coton, la gélatine explosive obtenue en dissolvant 10 °/o de coton-poudre dans 85 °/o de nitro-glycérine avec addition de 5 °/o de camphre.

§ 2. — Amorces.

Pour produire l'explosion des torpilles, on a employé tout d'abord des procédés mécaniques ; un mouvement d'horlogerie ou le déclanchement de leviers sous l'action d'un choc mettait en action une batterie analogue à celle d'un fusil ; cette batterie agissait sur une amorce de fulminate de mercure. Plus tard, des détonateurs chimiques ont été inventés. Les uns étaient formés simplement de composés instables, explosant au choc ou au frottement. D'autres utilisaient la chaleur provenant d'une réaction chimique entre des corps mis brusquement en présence les uns des autres : de l'acide sulfurique, renfermé dans un fragile récipient en verre mince qui se brisait au moment du choc, tombait sur un mélange de sucre et de chlorate de potasse ; l'élévation de température qui en résultait enflammait une amorce de poudre fine. D'autres fois, on utilisait l'action de l'acide sulfurique et du potassium, de l'eau et du potassium, de l'hydrogène comprimé et de la mousse de platine, etc.

Les détonateurs chimiques présentent le grave inconvénient de rendre très dangereux la mise en place et le relèvement des torpilles. Il en est de même des détonateurs mécaniques dès qu'ils sont armés ; aussi a-t-on renoncé à ces différents systèmes pour les torpilles fixes. Pour les torpilles automobiles, on emploie, comme nous le verrons, des systèmes percutants qui ne s'arment qu'après le lancement de la torpille.

Les amorces électriques sont actuellement les seules en usage pour les torpilles fixes ; ce sont tantôt des *amorces d'induction*, dans lesquelles un courant à haute tension détermine une étincelle qui traverse une poudre inflammable, tantôt des *amorces de quantité* dans lesquelles le courant d'une pile porte à l'incandescence un fil de platine très fin (trois ou quatre centièmes de millimètre de diamètre environ). Ce dernier système est de beaucoup le plus sûr et le plus répandu ; il présente le grand avantage de se prêter à des vérifications de la conductibilité, de l'isolement des conducteurs et des amorces, au moyen de courants de faible intensité ; c'est le seul procédé réglementaire en France. Dans chaque torpille, on dispose généralement deux amorces en dérivation.

III. — Classification des torpilles.

Les torpilles sont de formes et de dimensions très variables; suivant leur mode d'emploi, on peut les classer en plusieurs catégories :

1° Les *torpilles fixes*, qui servent à la défense des passes ;

2° Les *torpilles mobiles*, comprenant :

Les *torpilles dérivantes*, abandonnées à la surface de l'eau ;

Les *torpilles portées*, que les chaloupes ou les torpilleurs amènent contre la carène des bâtiments ennemis ;

Les *torpilles lancées*, ou obus-torpilles, qui peuvent être immergées soit dès le lancement soit seulement au moment de l'explosion ;

Les *torpilles divergentes*, remorquées contre les navires ennemis ;

3° Les *torpilles automobiles*, munies d'un moteur qui leur permet de parcourir une assez grande distance dans la direction où elles ont été lancées :

4° Les *torpilles dirigeables*, dont on peut, du poste de lancement, régler à volonté la trajectoire jusqu'au moment de l'explosion.

IV. — Torpilles fixes.

La défense des passes se fait au moyen de torpilles analogues à celles qui ont été employées par les Confédérés pendant la Guerre de Sécession : on fait usage de *torpilles dormantes*, reposant sur le fond, et de *torpilles vigilantes* ou *torpilles mouillées*, flottant entre deux eaux; ces dernières torpilles sont dites *électro-automatiques* quand on peut à volonté les rendre dangereuses ou inoffensives, et *automatiques-électriques* quand elles restent toujours dangereuses et explodent au premier choc.

§ 1. — Torpilles dormantes.

Les anciennes torpilles dormantes (fig. 1) étaient en fonte et pouvaient recevoir de 300 à 2.000 kilos

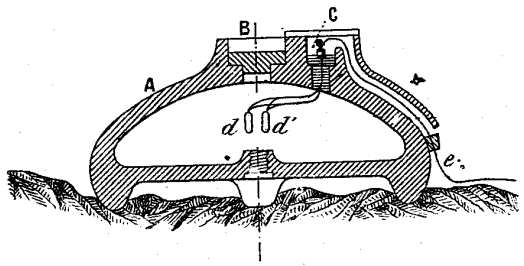


Fig. 1. — *Coupe d'une ancienne torpille dormante en fonte.* — A, Carcasse en fonte; B, trou de charge; C, trou d'amorce; *d*, *d'*, amorces en dérivation; *e*, fil conducteur par où arrive le courant électrique.

de poudre; elles présentaient le grave inconvénient de résister très mal à l'explosion des torpilles voisines. Calculées pour un rayon d'action de $7^m,50$ à la surface. En admettant une largeur de 17 mètres pour le bâtiment qui cherche à forcer la passe, les torpilles doivent être écartées les unes des autres de :

$$17^m + 2 \times 7^m,50 = 32 \text{ mètres.}$$

A cette distance l'explosion d'une seule torpille provoquait l'explosion des torpilles voisines ; on était conduit à les disposer en quinconce sur deux

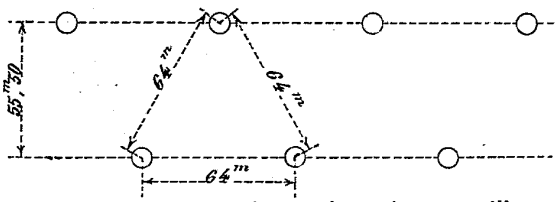


Fig. 2. — *Disposition en quinconce des anciennes torpilles dormantes.*

lignes et à porter leurs distances sur chaque ligne à 64 mètres (fig. 2).

Les torpilles actuelles (fig. 3) à charge de fulmi-coton sont en tôle et reçoivent des charges de 400 à 700 kilos de fulmi-coton à 20 ou 23 °/₀ d'eau environ.

Deux postes d'observation sont nécessaires pour produire, au moment voulu, l'explosion de la torpille sur laquelle passe un bâtiment ennemi (fig. 4) :

Au premier poste, dit *poste intérieur*, un observateur suit avec une lunette I le bâtiment N′ qui s'avance ; une aiguille fixée à la lunette indique à chaque instant quelle est la torpille dont le cercle d'action se trouve au-dessous du rayon visuel de l'observateur. Un fil correspondant à cette torpille

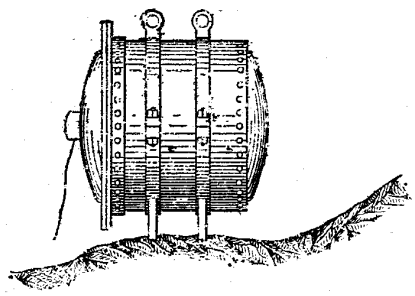


Fig. 3. — *Vue d'une torpille dormante actuelle en tôle.*

est mis en communication avec le fil intermédiaire *f* reliant les deux postes.

Au second poste, dit *poste extérieur*, un observateur vise par une lunette E, qui ne peut se déplacer que dans le plan vertical passant par la ligne de torpilles t_1, t_2, t_3, t_4, t_5. Aussitôt que le navire ennemi N passe sur la ligne et est vu dans la lunette E, le circuit est fermé au poste extérieur et le courant est lancé dans l'amorce.

Une entente est nécessaire entre les observateurs

des deux postes pour le cas où deux navires se présenteraient simultanément. Il est évident que si l'observateur du poste intérieur vise le bâtiment N′ et que l'observateur du poste extérieur lance le courant au moment où le bâtiment N passe sur la ligne, c'est la torpille 1 qui sautera sans atteindre aucun des deux navires.

Des projecteurs permettent de surveiller de nuit les abords de la passe et de suivre la marche des bâtiments ennemis.

L'explosion d'une torpille dormante peut être obtenue automatiquement au moment où un navire vient à s'engager dans la zone correspondant à son rayon d'action. Il suffit de mouiller entre deux eaux au-dessus de la torpille et à une profondeur convenable un ou plusieurs flotteurs susceptibles de

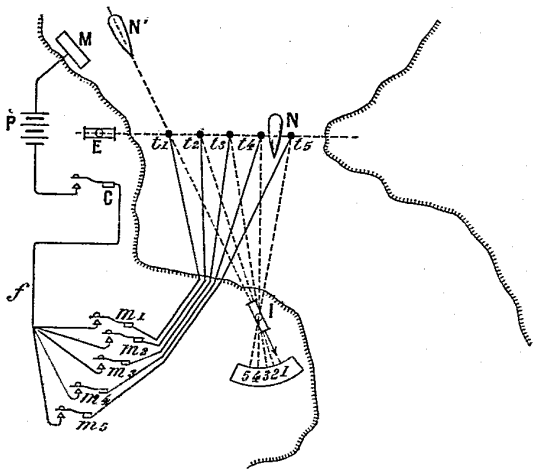


Fig. 4. — *Défense d'une passe par des torpilles dormantes.* — I, lunette du poste intérieur; E, lunette du poste extérieur; t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, torpilles dormantes; m_1, m_2, m_3, m_4, m_5, commutateurs que l'observateur du poste intérieur ferme suivant qu'il aperçoit le navire ennemi dans la direction des torpilles t_1, t_2, t_3, t_4 ou t_5; f, fil intermédiaire entre les deux postes; C, commutateur que l'observateur du poste extérieur ferme lorsqu'il aperçoit un navire sur la ligne des torpilles t_1 t_5; P, pile; M, plaque de terre; N, N′, navires ennemis.

s'incliner sous la poussée d'un bâtiment en marche et de lancer, au moyen d'un ferme-circuit convenablement disposé, un courant électrique dans l'amorce de la torpille (fig. 5). Le ferme-circuit peut être pris identique à celui des torpilles vigilantes dont nous parlerons plus loin; si la pile est à terre, la torpille peut être rendue inoffensive en interrompant le circuit.

§ 2. — Torpilles vigilantes.

Les torpilles vigilantes sont des flotteurs chargés de fulmi-coton (25 à 50 kilos environ) que l'on maintient entre deux eaux à une profondeur convenable par un système d'orin et de crapaud analogue à celui de la figure 6.

L'explosion se produit automatiquement au moyen d'un courant électrique sous le choc ou la poussée d'une carène.

Le ferme-circuit se compose essentiellement d'une sorte de cuvette métallique D (fig. 7) recouverte d'une plaque conductrice P dont elle est séparée par des matières isolantes; la cuvette communique avec l'enveloppe métallique de la torpille; la plaque est reliée à l'un des pôles d'une pile, dont l'autre pôle est à la mer.

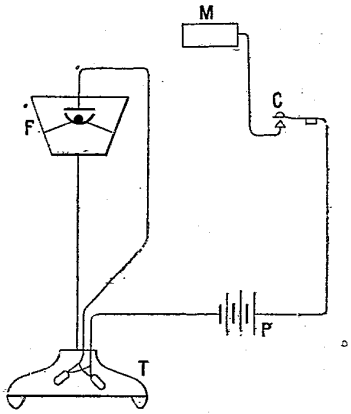


Fig. 5. — *Torpille dormante automatique.* — T, torpille placée au fond de la mer; P, pile placée en terre ferme; C, commutateur de terre; M, plaque de terre; F, ferme-circuit analogue à celui de la figure 7; quand un navire le fait incliner, la boule intérieure métallique établit le contact et la torpille saute.

Une petite sphère de métal S établit la communication, quand la torpille s'incline, entre la cuvette et la plaque, et lance le courant dans les amorces a et a'.

Lorsque la pile est à terre, on peut à volonté interrompre le circuit pour rendre la torpille inoffensive, et la torpille est *électro-automatique*. Si la pile est dans le crapaud, la torpille est toujours dangereuse (*torpille automatique électrique*).

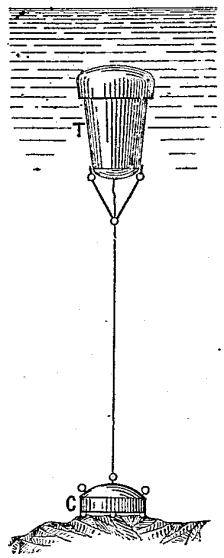


Fig. 6. — *Torpille vigilante.* — T, torpille flottant entre deux eaux; C, crapaud, fixé au fond de la mer, et servant à maintenir la torpille; il contient quelquefois la pile électrique.

§ 3. — Torpilles de barrage, chapelets de torpilles.

Les torpilles de barrage, fréquemment employées par les Américains pendant la Guerre de Sécession, étaient simplement placées à l'extrémité de poutres inclinées enfoncées dans le sol; elles explodaient au premier choc.

On a fait usage également, pour la défense des passes, de chapelets de torpilles maintenues immergées à une profondeur convenable au moyen de bouées; ces torpilles pouvaient exploder isolément ou simultanément sous

l'action d'un courant électrique. Des dispositions analogues peuvent être employées pour rendre plus efficaces les barrages en filin ou les drômes destinées à condamner une passe ou à défendre le mouillage d'une escadre.

V. — Torpilles mobiles.

§ 1. — Torpilles dérivantes.

Les torpilles dérivantes sont immergées, comme les précédentes, au moyen d'un flotteur : elles peuvent être isolées ou réunies par chapelets. Les *torpilles de sillage* que peut abandonner un bâtiment poursuivi, les *torpilles de blocus* qu'un navire peut semer dans le voisinage d'une passe ou d'un port ennemi appartiennent à cette catégorie.

Il est essentiel que ces torpilles perdent leur efficacité au bout d'un certain temps pour ne pas créer un danger permanent.

§ 2. — Torpilles portées.

Les torpilles portées sont disposées à l'extrémité d'une hampe, placée à l'avant d'un torpilleur ou d'une embarcation. La hampe donne à la torpille une immersion de 2m,50 à 3 mètres et l'éloigne de 7 mètres environ de l'étrave du bateau porte-torpilles. Dans ces conditions on peut faire exploder une charge d'environ 25 kilos de fulmicoton sans danger pour l'assaillant. La hampe est manœuvrée quelques instants avant d'atteindre l'ennemi, et l'inflammation est obtenue électriquement, soit à la suite du choc contre la carène, soit à la volonté de l'officier qui commande l'attaque.

§ 3. — Torpilles lancées.

On a essayé à plusieurs reprises de lancer sous l'eau des projectiles chargés de substances explosives. Des expériences faites dans cet ordre d'idées il y a environ trente ans, en Angleterre et en France, n'ont abouti à aucun résultat pratique ; les immersions obtenues n'ont pas été satisfaisantes et la portée des projectiles-torpilles était faible.

Nous ne ferons que mentionner les torpilles à main analogues aux grenades, à l'emploi desquelles on semble avoir renoncé et les obus-torpilles essayés en Amérique (obus Cochrane, obus Zalinski) ; ces engins sont lancés dans l'air au moyen de bouches à feu spéciales et peuvent atteindre les bâtiments ennemis dans leurs œuvres vives.

Nous ne ferons que signaler également des essais de torpilles devant être lancées contre la muraille des navires ennemis, tomber à l'eau le long de la carène et faire explosion quand une immersion de quelques mètres aurait été obtenue. Ces engins n'ont pas donné jusqu'à présent de résultats satisfaisants.

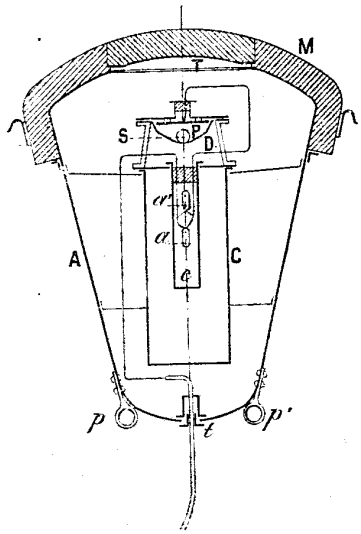


Fig. 7. — *Disposition intérieure d'une torpille vigilante.* — A, carcasse en tôle ; T, trou d'homme ; *t*, trou d'amorce ; M, matelas en bois ; *p*, *p'*, pattes d'attache ; C, cylindre de charge ; *c*, charge-amorce ; *a*, *a'*, amorces en dérivation ; D, cuvette en cuivre nickelé communiquant avec la carcasse en tôle ; P, plaque de contact en cuivre nickelé isolée ; S, boule en cuivre nickelé établissant, quand la torpille s'incline, la communication entre la cuvette et la plaque de contact.

§ 4. — Torpilles divergentes.

Quand un flotteur de forme parallélipipédique se déplace obliquement dans l'eau, il est soumis à une poussée dont la direction fait un certain angle avec la direction du mouvement. Un flotteur se déplaçant suivant la direction D (fig. 8) sera soumis à une force normale N et à une force tangentielle T, qui se composeront suivant une résultante F.

Prenons sur cette résultante un point O ; une remorque OR parallèle à F et terminée par une patte d'oie *aob*, maintiendra le flotteur en équilibre pendant son mouvement ; cette position d'équilibre sera la seule qui conviendra à la patte d'oie choisie ; de sorte que le flotteur, remorqué par un bâtiment, s'écartera de lui-même du bord jusqu'à ce que la remorque ait pris la direction OR.

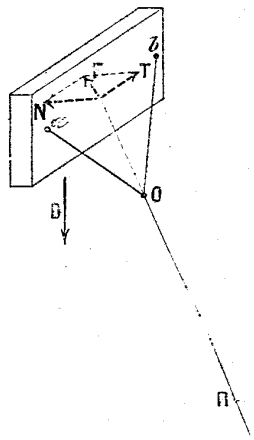


Fig. 8. — *Déplacement d'un flotteur parallélipipédique traîné par une remorque* OR.

Si le flotteur supporte une torpille, on pourra atteindre à distance un bâtiment ennemi.

Dans les premières torpilles divergentes, le flotteur était relié par des leviers rigides à une torpille immergée d'un ou deux mètres ; on ne put obtenir un ensemble stable pour toutes les vitesses. On essaya alors de loger la torpille dans un évidement du flotteur ; au moment du choc, un déclanchement produisait la chute de la torpille, qui se trouvait portée par des leviers articulés à 1m,50 environ en avant de la tête du flotteur et venait porter contre la carène.

Dans un autre système de torpilles divergentes, la torpille tombe verticalement au moment du choc ;

dès qu'elle est à une certaine profondeur, la poussée de l'eau agit sur un piston dont le déplacement détermine l'explosion.

Les divers systèmes de torpilles divergentes n'ont pas donné jusqu'à présent de résultats satisfaisants; elles sont d'un maniement délicat, et, à la suite d'une fausse manœuvre, elles pourraient, dans une rencontre navale, atteindre d'autres bâtiments que ceux contre lesquels elles seraient dirigées.

VI. — Torpilles automobiles.

La première en date des diverses torpilles automobiles et la plus répandue maintenant encore est la torpille Whitehead, dont l'invention remonte à l'année 1868 et qui a été adoptée successivement par toutes les puissances maritimes.

§ 1. — Torpilles Whitehead[1].

La torpille Whitehead est le plus remarquable engin de destruction qui ait jamais été conçu; pour donner une idée de la complexité de son mécanisme, il nous suffira de résumer en quelques lignes le problème complexe dont elle constitue la solution :

La torpille est lancée à l'air comprimé ou à la poudre au moyen d'un tube spécialement construit à cet effet; les divers mécanismes doivent être capables de résister au choc qu'ils auront à subir au moment du lancement.

Le moteur se met en marche soit au moment même du lancement, soit après l'immersion; le mouvement se continue dans la direction du tir.

Une fois en marche, la torpille s'arme, c'est-à-dire qu'elle devient susceptible d'exploder par le choc.

Elle s'immerge automatiquement à une profondeur déterminée et revient d'elle-même à cette profondeur si elle en est écartée sous l'influence d'une cause accidentelle quelconque.

La torpille fait explosion si elle rencontre un obstacle; si elle manque son but, elle continue sa route jusqu'à ce qu'elle ait parcouru une certaine distance qui peut être réglée avant le lancement.

Puis la torpille stoppe et remonte à la surface s'il s'agit d'un tir d'exercice à la suite duquel il est de première importance de pouvoir la retrouver; elle coule s'il s'agit, au contraire, d'un tir de combat, afin de ne pas constituer un danger permanent pour les bâtiments amis qui pourraient la rencontrer.

Sans entrer dans la description détaillée des organes de la torpille, que la figure 9 indique d'ailleurs suffisamment, nous mentionnerons sommairement les dispositions de principe qui ont été adoptées pour les différentes parties du programme que l'engin doit remplir[1].

1. — *Propulsion.* — L'air comprimé, nécessaire à la propulsion, est renfermé dans un réservoir R (partie centrale [1]) d'environ 200 litres sous une pression de 70 atmosphères. La mise en marche du moteur peut se faire au moment même du lancement : un doigt, fixé au tube lance-torpilles, détermine le rabattement d'un levier L (région de la chambre des machines) faisant saillie à l'extérieur de la torpille; le mouvement du levier ouvre, par l'intermédiaire d'une came, la soupape de prise d'air. Cette disposition présente l'inconvénient, pour les lancements au-dessus de l'eau, de produire, pendant que la torpille est dans l'air, l'affolement des hélices et une perte notable d'air comprimé. Aussi ne produit-on souvent la mise en marche du moteur qu'après immersion de la torpille; on a recours, dans ce but, à une petite palette, dite « palette russe », qui se rabat sous l'action de la poussée de l'eau et détermine l'ouverture de la soupape.

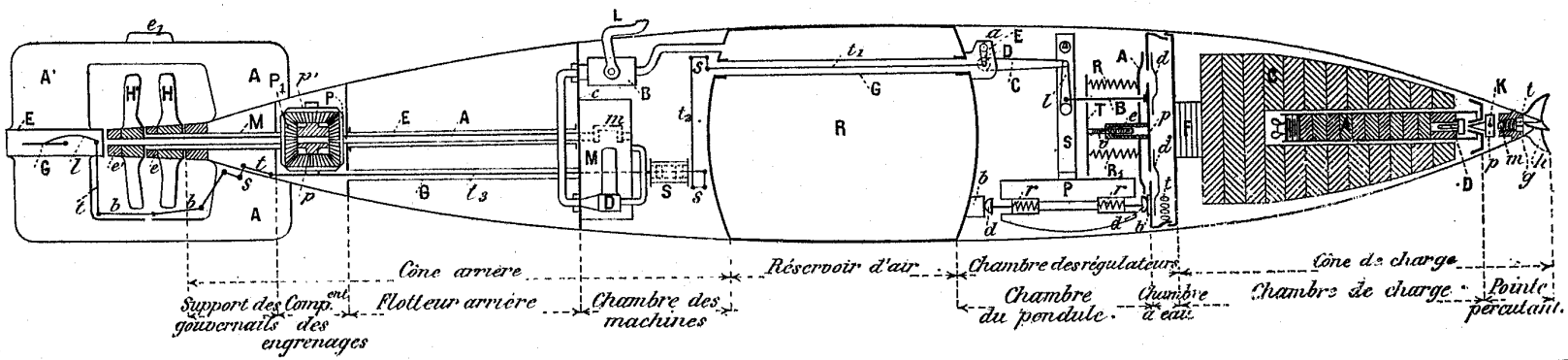
L'air du réservoir ne se rend pas directement à la machine; il passe par un détenteur D (à l'intérieur de la chambre des régulateurs), analogue aux détendeurs à vapeur, et qui réduit la pression à 28 atmosphères environ; grâce à cette disposition, la pression d'introduction dans les cylindres reste indépendante de la pression dans le réservoir.

Dans les torpilles ancien modèle, les moteurs sont des machines Brotherood; trois cylindres ont leurs axes à 120° dans un même plan perpendiculaire à l'arbre; chaque cylindre, à simple effet, actionne un piston à fourreau; les trois bielles agissent sur une même manivelle de l'arbre moteur. Un tiroir tournant, unique, ouvre et ferme les différents orifices d'admission et d'évacuation. Les trois cylindres sont venus de fonte avec une chambre d'évacuation centrale à l'intérieur de laquelle se meuvent les bielles et la manivelle. L'arbre est creux et sert de conduit d'évacuation à l'air qui s'échappe à l'extrémité arrière de la torpille, derrière les gouvernails. Les machines tournent à environ 900 tours.

Les torpilles nouveau modèle ont des moteurs Whitehead, qui diffèrent des précédents par divers détails de construction et par les organes de distribution, formés de trois tiroirs distincts à mouvement rectiligne alternatif, commandés par une même

[1] Les torpilles Schwarzkopf, construites en Allemagne, ne diffèrent des torpilles Whitehead que par des détails sans importance.

[1] Dans cette figure 9 les mêmes lettres ont été employées dans diverses régions de la torpille pour désigner des pièces différentes. Aussi, aurons-nous soin, dans la description qui va suivre, d'indiquer, à l'occasion de chaque lettre, la région dans laquelle le lecteur devra la chercher.



QUEUE

A, ailerons verticaux; A', ailettes verticales; *e*, ergot directeur; *s*, mouvement de sonnette; *b*, balancier commandant la bielle *t*; *l*, levier du gouvernail; G, gouvernail; E, tube de dégagement d'air. Le support des gouvernails porte les ailerons verticaux A et les ailerons horizontaux (non représentés); H, hélice avant, à pas à droite, clavetée sur le manchon du pignon arrière; H', hélice arrière, à pas à gauche, clavetée sur l'arbre moteur; *e*, *e'*, écrous des hélices.

SUPPORT DES GOUVERNAILS

COMPARTIMENT DES ENGRENAGES

P, pignon claveté sur l'arbre A; *p*, *p'*, pignons intermédiaires; P_1, pignon fou sur l'arbre A et faisant corps avec le manchon M.

FLOTTEUR ARRIÈRE

A, arbre creux, commandé par la machine et servant de conduit d'échappement d'air; E, tube-enveloppe de l'arbre; G, tube-guide de la tige du gouvernail.

CHAMBRE DES MACHINES

B, boîte des soupapes, renfermant les soupapes de chargement et la soupape de prise d'air; L, levier de prise d'air, rabattu au moment du lancement par un doigt fixé au tube; D, détendeur ou régulateur de pression, ramenant l'air à une pression de 25 à 30 kilos environ (suivant les types des torpilles); M, machine-motrice fixée sur la cloison-support *c*; *m*, manivelle de l'arbre moteur; *s*, mouvement de sonnette de la transmission du mouvement du gouvernail; t_2, tige de transmission; S, servo-moteur, commandant la tige t_3.

RÉSERVOIR D'AIR

t_1, tige de transmission; G, tube-guide de la tige de transmission. Le réservoir contient de l'air comprimé à une pression d'environ 70 kilos par centimètre carré.

CHAMBRE DES RÉGULATEURS

Chambre à eau. — *t*, trous d'arrivée d'eau; *p*, piston hydrostatique; *d*, diaphragme en caoutchouc empêchant l'eau de pénétrer dans la chambre du pendule.

Chambre du pendule. — B, bielle à expansion du piston hydrostatique, formée de deux parties glissant l'une dans l'autre, maintenues à leur écartement normal par deux forts ressorts (non représentés); *e*, *v*, écrou et vis de tension des ressorts du piston hydrostatique; T, traverse des ressorts, à 3 branches, transmettant la tension des ressorts à la vis *v*; R, R_1, ressorts du piston hydrostatique s'appuyant sur la cloison-support A; P, pendule en fonte, maintenu entre deux butoirs. *b*, *b*, par des tampons *d* agissant sur les ressorts du pendule *r*, *r* logés dans des évidements du pendule; S, tige de suspension, montée sur couteaux; *l*, levier articulé, commandant par son extrémité supérieure le système de transmission du mouvement des régulateurs au gouvernail; le levier est articulé avec la bielle à expansion B et avec un axe horizontal fixé à la tige de suspension; C, transmission du mouvement du levier articulé au bras double; D, bras double traversant par son axe horizontal *a* la boîte étanche E; le bras extérieur est relié à la transmission C, le bras intérieur à la tige t_1.

CÔNE DE CHARGE

Pointe percutante. — *h*, hélice à quatre branches tournant en sens inverse des aiguilles d'une montre quand la torpille est en marche; *t*, tige carrée entraînée par le mouvement de rotation de l'hélice; *m*, manchon fileté entraîné par la tige carrée et venant buter à bout de course contre le percuteur; *g*, guide fileté se déplaçant de l'arrière à l'avant quand le manchon est venu buter contre le percuteur et entraînant avec lui la tige carrée et l'hélice (la pointe percutante est alors armée); K, goupille en plomb cisaillée sous l'action d'un choc; *p*, percuteur.

Chambre de charge. — D, détonateur; A, charge-amorce, formée de cylindres de coton-poudre sec; C, cartouche renfermant les disques de fulmi-coton; F, rondelles de feutre maintenant les cartouches en place.

Fig. 9. — *Ensemble schématique des principaux organes d'une torpille Whitehead.*

(A l'intérieur de chaque partie de la construction, chaque lettre désigne une même pièce; mais le grand nombre des lettres employées a exigé qu'on les répétât pour désigner des pièces différentes dans les diverses régions. Le lecteur devra donc chercher chaque lettre dans la région que le texte de l'article indique.)

came clavetée sur l'arbre. Les machines, dont la pression de régime est de 22 à 34 atmosphères, suivant les types de torpilles, tournent à 900 tours. La puissance des divers moteurs varie de 35 à 50 chevaux.

La propulsion est obtenue par la rotation de deux hélices de pas contraires; l'hélice arrière est clavetée sur l'arbre de la machine, l'hélice avant sur un manchon qui entoure l'arbre et reçoit un mouvement de rotation de sens contraire à celui de l'arbre par l'intermédiaire de pignons coniques. Les deux hélices tournent au même nombre de tours et ont chacune deux ailes; le pas de l'hélice avant est légèrement supérieur à celui de l'hélice arrière.

Cette combinaison de deux propulseurs tournant en sens contraire est nécessaire; avec une seule hélice la torpille serait soumise à l'action d'un couple qui tendrait à la faire tourner autour de sa position d'équilibre en sens inverse du mouvement de rotation de l'hélice; la torpille prendrait de la bande et serait déviée de la direction suivant laquelle elle aurait été lancée par l'action du gouvernail horizontal.

Les pas des deux hélices sont déterminés expérimentalement de façon à maintenir la torpille pendant la marche exactement dans son assiette normale.

2. — *Direction.* — Une torpille dont les formes seraient rigoureusement symétriques par rapport à un plan vertical, dont le centre de gravité serait dans ce plan et qui serait réglée de façon à ne pas donner de bande, se déplacerait nécessairement dans le plan vertical de tir. Pour parer aux légers défauts de symétrie que la torpille peut présenter, on dispose à l'arrière deux ailettes directrices (région de queue) dont on peut faire légèrement varier l'orientation autour de leur position moyenne parallèle à l'axe. L'orientation à donner à ces ailettes est déterminée, une fois pour toutes, pendant les tirs de réglage.

3. — *Immersion.* — Les dispositifs employés pour obtenir une immersion déterminée de la torpille, constituent la partie la plus ingénieuse de l'invention. Les mouvements de la torpille dans le plan vertical de tir sont réglés par un gouvernail horizontal G (région de queue) placé à l'arrière des hélices. Les mouvements de ce gouvernail sont commandés par un *piston hydrostatique* et un *pendule*. Le piston hydrostatique p (chambre des régulateurs) supporte sur l'une de ses faces la pression de ressorts RR_1, que l'on peut régler à volonté; le pendule P (même région) reste toujours dirigé suivant la verticale et a, par suite, un déplacement relatif vers l'avant ou vers l'arrière de la torpille suivant que celle-ci est inclinée la pointe en bas ou en haut.

Le piston et le pendule agissent sur le gouvernail par l'intermédiaire d'un système de leviers : un de ces leviers a l'une de ses extrémités articulée en a (fig. 10) sur le pendule; en b il reçoit l'articulation d'une tige fixée au piston hydrostatique; enfin, par son extrémité c, il actionne les tiges de commande du gouvernail. Si le piston hydrostatique s'enfonce sous l'action de la pression de l'eau, le levier ac (fig. 10) viendra en ac', et la torpille remontera sous l'action du gouvernail. Si la torpille est inclinée la pointe en bas, le levier ac viendra en c_1a_1 et le gouvernail tendra à redresser la torpille. Si la tension des ressorts est réglée de façon à faire équilibre à la pression de l'eau pour une pression déterminée h, et si la torpille suit une trajectoire telle que $m_1\ m_2\ m_3\ m_4\ m_5$ (fig. 11), le piston hydrostatique et le pendule combinent leurs effets de m_1 à m_2 et de m_3 à m_4 pour rapprocher la torpille de sa trajectoire. De m_2 à m_3 et de m_4 à m_5, le pendule produit un effet contraire à celui du piston et la torpille se rapproche de son immersion normale suivant une inclinaison moins prononcée. Le piston hydrostatique seul donnerait une trajectoire

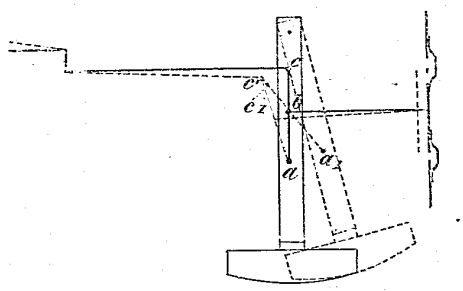


Fig. 10. — *Schéma montrant l'action du pendule et du piston hydrostatique sur le levier qui commande le gouvernail.* — Un levier est fixé au pendule en a; en b il reçoit l'articulation d'une tige fixée au piston hydrostatique; enfin, par son extrémité c il actionne les tiges de commande du gouvernail. Si la torpille s'enfonce, le piston hydrostatique sous la pression de l'eau prend la position indiquée en pointillé; le levier $a\ c$ vient en $a\ c'$; le gouvernail se déplace et fait remonter la torpille. De même si la torpille est inclinée la pointe en bas, le pendule prend la position indiquée en pointillé, le levier $a\ c$ vient en $a_1\ c_1$ et le gouvernail fera également remonter la torpille.

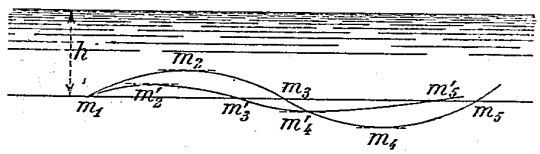


Fig. 11. — *Effet du piston hydrostatique et du pendule sur la marche d'une torpille.* — $m_1\ m_2\ m_3\ m_4\ m_5$, trajectoire que suivrait la torpille avec le piston hydrostatique seul; $m_1\ m'_2\ m'_3\ m'_4\ m'_5$, trajectoire suivie par la torpille avec piston hydrostatique et pendule.

telle que $m_1 m_2 m_3 m_4 m_5$, en forme de sinusoïde dont l'amplitude n'irait en décroissant que très lentement; la combinaison du piston et du pendule donnera une trajectoire telle que $m'_1 m'_2 m'_3 m'_4 m'_5$, qui s'éloignera moins de la trajectoire rectiligne et se confondra très rapidement avec celle-ci. Le piston hydrostatique et le pendule n'agissent pas directement sur le gouvernail; la commande se fait par l'intermédiaire d'un servo-moteur à air comprimé S (fig. 9, chambre des machines); les leviers actionnés par les appareils régulateurs d'immersion n'ont à vaincre que les efforts de frottement du tiroir de ce servo-moteur.

4. — *Pointe percutante.* — La pointe percutante doit être sans action tant que la torpille n'a pas été lancée et n'a pas accompli sous l'eau un certain trajet; pour armer la torpille automatiquement, une petite hélice, dont le mouvement est déterminé par la poussée de l'eau quand la torpille est en marche, est disposée à l'extrême avant; le mouvement de rotation détermine le déplacement longitudinal d'une pièce formant écrou, qui fait saillie peu à peu avec l'hélice à l'avant de la torpille et devient susceptible de produire le mouvement du percuteur sous l'action d'un choc.

5. — *Mécanismes divers.* — La torpille comprend encore :

1° Le *mécanisme d'immobilisation du gouvernail horizontal*, destiné à éviter au moment du lancement, sous l'action des forces d'inertie, un déplacement brusque du pendule susceptible de fausser les tiges de commande du servo-moteur; dès les premiers tours de la machine, le déclanchement du mécanisme d'immobilisation est obtenu automatiquement et la commande du gouvernail est libre;

2° Le *mécanisme de stoppage*, commandé également par le moteur, et qui produit la fermeture de la soupape de prise d'air quand la torpille a parcouru une distance déterminée;

3° Le *mécanisme de submersion*, qui fonctionne en même temps que le mécanisme de stoppage et détermine par l'ouverture d'un robinet le remplissage du flotteur. Dans le cas d'un tir d'exercice, ce mécanisme ne fonctionne pas, le flotteur reste vide; une fois le moteur stoppé, la torpille, dont le déplacement est un peu supérieur au poids, remonte à la surface.

6. — *Inconvénients de la torpille Whitehead.* — Les nombreux perfectionnements qui ont été apportés depuis environ vingt-cinq ans aux torpilles Whitehead, ont assuré à ces engins un fonctionnement satisfaisant; les torpilles présentent toutefois le grave inconvénient de renfermer des mécanismes compliqués et délicats, exigeant des réglages minutieux et fréquents; elles ne peuvent être confiées qu'à un personnel spécial, parfaitement exercé.

Le prix des torpilles Whitehead varie, suivant les types, de 7.000 à 12.000 francs.

7. — *Tubes lance-torpilles.* — Pour les tirs de réglage, les torpilles Whitehead sont lancées au moyen du tube carcasse formé de quatre cornières longitudinales réunies par des cercles transversaux et munies intérieurement de bandes de gaïac servant de guides pour la torpille. Le tube carcasse est chargé au-dessus de l'eau, puis immergé à une profondeur déterminée avec la torpille maintenue par un verrou de retenue; au moment du lancement, la manœuvre d'un levier dégage le verrou et actionne un doigt qui rabat le levier de prise d'air.

Les premiers torpilleurs possédaient des tubes sous-marins dont le fonctionnement était analogue à celui des tubes carcasses. Un système de leviers articulés permettait d'amener le tube sur le pont pour le mettre à son poste de mer et de chargement ou de l'immerger à une profondeur d'environ 80 centimètres. Ces tubes présentaient le grave inconvénient de réduire considérablement la vitesse du torpilleur dès qu'ils étaient immergés; ils donnaient, en outre, de fréquentes déviations aux torpilles; ils sont actuellement abandonnés en France; le système a été dernièrement repris en Angleterre et adopté avec quelques perfectionnements de détails pour les vedettes qui, en raison de leur faible déplacement, ne peuvent recevoir de tubes lance-torpilles ordinaires.

On a fait usage, pendant quelques années, en Angleterre, d'un procédé de lancement imaginé par M. Yarrow et qui consistait à chasser la torpille du tube au moyen d'un piston actionné par la vapeur. Actuellement les torpilleurs et la plupart des grands bâtiments reçoivent des tubes placés au-dessus de l'eau et disposés pour le lancement à l'air comprimé ou à la poudre. Le premier procédé nécessite une installation lourde, encombrante et compliquée. En France on emploie exclusivement le lancement à la poudre, qui ne nécessite aucune installation spéciale; la chasse de la torpille est obtenue par l'inflammation d'une gargousse et la mise de feu se fait par une étoupille à percussion.

Le tube lance-torpilles, en bronze ou en acier, est muni d'une culasse dont la fermeture est assurée par une vis à filets interrompus; la torpille est maintenue dans le tube par un verrou qui se dégage au moment du tir. Si le tube doit lancer par le travers du bâtiment, sa partie supérieure est prolongée par une *cuiller* portant une rainure en forme de T, dans l'intérieur de laquelle s'engage

un ergot fixé sur la torpille. Celle-ci se trouve alors soutenue pendant le lancement jusqu'à ce qu'elle soit entièrement sortie du tube, et elle tombe d'aplomb dans l'eau. Sans cette précaution dans le cas d'un lancement en marche, la poussée latérale de l'eau sur l'avant de la torpille tombant la pointe en bas produirait une déviation initiale.

Les tubes à cuiller assurent une plus grande précision de tir que les tubes ordinaires; ils ont l'inconvénient de faire saillie en dehors de la carène des bâtiments, mais ils peuvent être facilement rentrés ou mis en place au moyen de chariots roulants sur des rails établis sous barrots.

8. — *Tubes des torpilleurs.* — Les tubes d'étrave placés à l'avant des torpilleurs sont pourvus d'une porte étanche, que l'on manœuvre au moment du lancement. Les tubes d'étrave ont été supprimés sur la plupart des torpilleurs à 28 ou 30 nœuds dans la crainte que le torpilleur lancé à toute vitesse ne vienne à passer sur sa torpille.

Les tubes mobiles des torpilleurs sont disposés sur un affût ou chariot qui peut tourner autour de son axe sur une circulaire. En Angleterre, les tubes sont souvent disposés par deux sur le même chariot; les deux tubes peuvent être orientés soit dans des directions opposées prêts à lancer d'un bord ou de l'autre, soit dans la même direction; dans ce dernier cas, ils font le plus souvent entre eux un angle de faible amplitude que l'on peut régler à volonté et qui permet le tir simultané des deux torpilles sur un même but. On peut aussi lancer les deux torpilles successivement et régler le tir de la seconde d'après la trajectoire suivie par la première. Les tubes des torpilleurs sont munis, pour la retenue de la torpille, de freins à pression (*freins danois*) et d'un verrou dont le dégagement est obtenu par la poussée des gaz provenant de l'explosion de la gargousse (*verrou Sébert*).

9. — *Tubes sous-marins.* — Les dangers que présenterait au moment du combat la présence de torpilles dans la batterie, a conduit depuis quelques années à étudier la question des tubes lance-torpilles sous-marins.

Ces tubes sont munis d'un système de double vanne permettant de charger sans introduction d'eau dans le bâtiment. Une cuiller extérieure disposée latéralement du côté de l'arrivée des filets liquides est munie d'une rainure dans laquelle s'engage un ergot qui maintient la torpille par son centre de poussée. Le lancement se fait sous l'action d'un piston, d'une chasse d'eau ou par l'air comprimé.

10. — *Appareils de visée.* — L'orientation à donner au tube, ou au navire lui-même, dans le cas d'un tube fixe, est déterminée au moyen d'appareils de visée qui permettent de combiner la vitesse propre de la torpille et la vitesse présumée du but. L'appareil (fig. 12) se compose de deux curseurs C, C′ mobiles sur deux alidades O A, O B; les distances O C, O C′ étant prises proportionnelles aux vitesses du but et de la torpille, il suffira d'amener l'alidade O A parallèle à la direction suivie par le but, de viser le navire suivant C C′ et de lancer la torpille dans la direction C′ O.

Il est difficile d'évaluer avec une certaine précision la vitesse du but et la route qu'il suit; aussi le lancement sur un navire en marche devra toujours

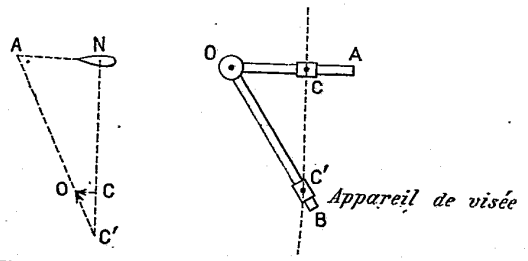


Fig. 12. — *Appareil de visée pour le lancement des torpilles.* — A droite, on voit l'appareil de visée, composé de deux curseurs C et C′, mobiles sur les alidades OA et OB; les distances OC et OC′ sont proportionnelles aux vitesses du but à atteindre et de la torpille. A gauche, on voit l'application de l'appareil; la ligne OC est parallèle à la direction du navire N qui se trouve lui-même sur la ligne CC′. On lance la torpille suivant C′O et elle atteindra le navire quand il sera en A.

être fait à faible distance pour présenter quelques chances de succès.

§ 2. — Torpille Howell.

Parmi les différents systèmes de torpilles automobiles imaginés depuis l'apparition de la torpille Whitehead, il convient de citer en première ligne la torpille Howell; les premiers essais de cette torpille remontent à l'année 1870; grâce aux nombreux perfectionnements apportés peu à peu à l'invention, des résultats très remarquables ont été obtenus dans ces dernières années. L'immersion est donnée automatiquement, comme dans la torpille Whitehead, au moyen d'un piston hydrostatique et d'un pendule; le mouvement des hélices est obtenu d'une façon toute différente (fig. 13). Un volant V, animé au départ d'un mouvement de rotation extrêmement rapide (20.000 tours par minute environ), emmagasine par sa force vive le travail nécessaire à la propulsion. Une application des plus heureuses des propriétés mécaniques du gyroscope maintient la torpille dans le plan de tir: l'axe du volant est horizontal et perpendiculaire à l'axe de la torpille. Une force qui tendrait à faire dévier celle-ci horizontalement ne peut donner, d'après les propriétés du gyroscope, qu'un mouve-

ment d'inclinaison autour de l'axe; sous l'effet de la bande produite, un pendule actionne un gouvernail vertical qui tendrait à produire une déviation en sens contraire et par suite ramène la torpille dans son assiette normale. La torpille Howell présente le grand avantage d'avoir un moteur robuste et peu encombrant; elle n'exige pas d'appareils auxiliaires compliqués tels que les pompes de compression, réservoirs d'air comprimé, nécessaires pour les torpilles Whitehead; l'entretien est facile, le fonctionnement assuré. La direction de la torpille est parfaite, même dans les lancements en marche par le travers, ce qui constitue une grande supériorité sur la torpille Whitehead, sujette aux déviations initiales; le sillage n'est pas visible comme celui de la torpille Whitehead, dont la trajectoire est indiquée par l'air d'échappement. La torpille Howell est adoptée par la marine américaine; le type le plus récent porte une charge de 112 kilos et a une distance franchissable de 600 mètres avec une vitesse de 32 nœuds.

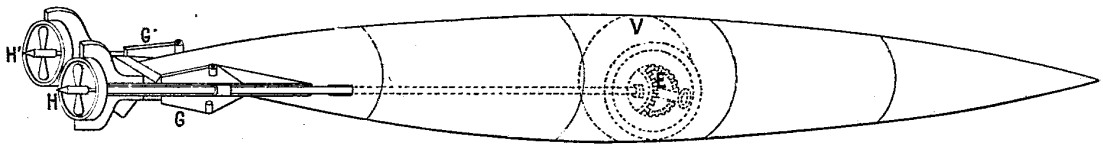


Fig. 13. — *Torpille automobile Howell.* — V, volant gyroscopique produisant le mouvement; E, engrenage conique transmettant le mouvement aux hélices H, H'; G, G', gouvernails.

§ 3. — Torpille Berdan.

La torpille Berdan est adoptée par le gouvernement anglais qui en garde soigneusement le secret. La propulsion est obtenue par une turbine actionnée par les gaz provenant de la combustion d'une fusée.

VII. — Torpilles dirigeables.

Des torpilles dirigeables dont le fonctionnement serait satisfaisant rendraient les plus grands services pour la défense des côtes. Malgré les dispositions très ingénieuses qui ont été imaginées, il ne semble pas jusqu'à présent qu'aucun système ait donné entière satisfaction.

§ 1. — Torpille Brennan.

L'Angleterre a adopté la torpille Brennan, qu'elle a achetée en 1876 à l'inventeur pour la somme de 2.750.000 francs.

Les hélices sont mises en mouvement par la rotation de deux tambours T_1 T_2 (fig. 14) sur lesquels sont enroulés des fils d'acier; sous l'effort de traction, donné par une machine à vapeur placée au poste de lancement, le dévidement des fils se produit et met en marche les hélices. Les fils d'acier se dévident par l'arrière de la torpille et, plus la traction due à la machine du poste est rapide, plus la vitesse de la torpille est grande. Ce résultat, en apparence paradoxal, s'explique facilement; l'ensemble peut, en effet, être facilement combiné de telle sorte que la poussée due à la rotation des hélices soit toujours supérieure à la traction des fils; il est évident, par exemple, que, tous les autres éléments de l'appareil étant déterminés, on pourra choisir le rayon des tambours de la torpille suffisamment grand pour que la traction des fils soit notablement inférieure à la poussée des hélices tout en donnant un couple de moment convenable. L'immersion de la torpille est déterminée, comme dans la torpille Whitehead, au moyen d'un piston hydrostatique et d'un pendule; ces appareils agissent directement sur le gouvernail, ce qui ne peut assurer une grande sensibilité; aussi les trajectoires sont-elles souvent défectueuses et l'immersion irrégulière.

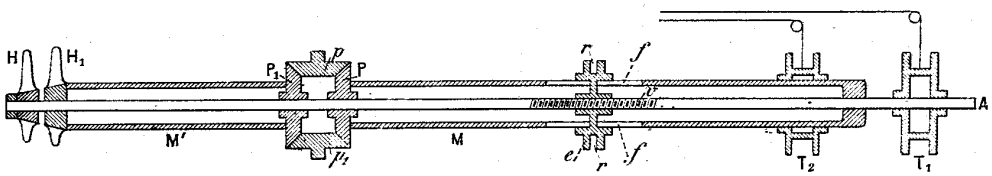


Fig. 14. — *Schéma de la commande des hélices et du gouvernail dans la torpille dirigeable Brennan.* — T_1, tambour avant, claveté sur l'arbre A; T_2, tambour-arrière, claveté sur le manchon M; P, pignon claveté sur l'arbre A; P_1, pignon faisant corps avec le manchon M'; p, p_1, pignons intermédiaires; H_1, hélice fixée au manchon M'; H, hélice clavetée sur l'arbre A; e, pièce formant écrou sur l'arbre A et commandant, par la rainure r, les tiges du gouvernail vertical; v, partie filetée de l'arbre A; f, fente du manchon servant de guide à la pièce mobile e.

La direction de la torpille est obtenue par un gouvernail vertical actionné par le mouvement différentiel des deux arbres porte-hélices. A cet effet, les deux tambours actionnent deux arbres, l'un plein A, l'autre creux M, formant manchon autour

du précédent. Les deux arbres tournent dans le même sens ; un système d'engrenages coniques permet d'obtenir, pour l'hélice-avant H correspondant à l'arbre creux, une rotation de sens contraire à celle de l'hélice-arrière H_1. L'arbre plein est fileté sur une petite portion *v* de son étendue, et reçoit une pièce *e* formant écrou, maintenue dans une rainure longitudinale *f* de l'arbre creux. Tout mouvement relatif des deux arbres donnera à l'écrou un déplacement longitudinal qui est utilisé pour la commande du gouvernail vertical. On dirigera donc la torpille en dévidant plus rapidement le fil de l'un ou l'autre des deux tambours.

La position de la torpille est indiquée par la fumée ou les flammes données par la combustion de compositions chimiques.

§ 2. — Torpille Patrick.

Dans la torpille dirigeable Patrick, l'immersion est donnée par un flotteur auquel la torpille est suspendue ; la propulsion est obtenue par une machine Brotherood fonctionnant à l'acide carbonique. L'acide carbonique est renfermé à l'état liquide dans un récipient et traverse, en passant à l'état gazeux, un réchauffeur en serpentin dont l'élévation de température est obtenue par la combinaison d'acide sulfurique et de chaux. La torpille est reliée à la terre par un câble électrique qui se dévide pendant la marche. Au moyen de ce câble, on produit la mise en marche ou le stoppage de la machine, le mouvement du gouvernail vertical et l'explosion de la torpille, au choc ou à volonté. Ces diverses commandes peuvent avoir lieu avec un conducteur à fil unique ; en lançant un nombre de fois déterminé un courant de faible intensité dans le conducteur, on actionne un commutateur qui se trouve disposé pour produire, sous l'action d'un courant de forte intensité, l'effet que l'on a en vue.

§ 3. — Torpille Sims-Edison.

La torpille Sims-Edison (fig. 15) présente de nombreux points communs avec la précédente ; elle en diffère principalement par son moteur, qui est électrique.

L'immersion, d'environ 2 mètres, est obtenue au moyen d'un flotteur F, les tiges LL, reliant à l'avant le flotteur à la torpille sont inclinées de façon à permettre à l'ensemble de plonger à la rencontre d'un obstacle, tel que les ceintures flottantes dont un bâtiment peut s'entourer au mouillage comme protection.

Le câble renfermé dans un compartiment spécial de la torpille et dont la longueur est d'environ 2 kilomètres, est double ; un fil central sert pour les courants de faible intensité actionnant le gouvernail ; un conducteur annulaire entourant le précédent amène le courant principal (25 ampères, 300 volts) actionnant le moteur. Ce dernier, d'une puissance d'environ 40 chevaux, tourne à 1.500 tours, les hélices à 750.

La charge de la torpille est de 125 kilogrammes de dynamite, la vitesse atteint 21 nœuds.

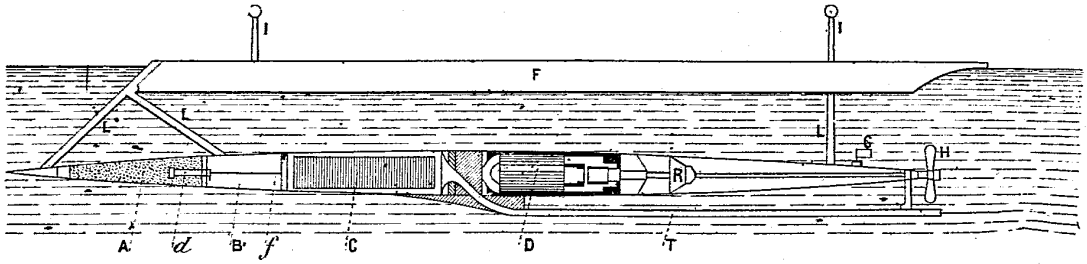


Fig. 15. — *Torpille dirigeable Sims-Edison.* — F, flotteur ; L, L, L, tiges rigides reliant le flotteur à la torpille proprement dite ; I, index permettant de suivre la torpille pendant sa marche ; à la rencontre d'un obstacle, la tige de l'avant fait plonger la torpille, les index I se rabattent sur les flotteurs et reprennent ensuite leur position verticale ; A, compartiment renfermant la charge de dynamite et l'amorce *d* ; B, compartiment vide ; *f*, conducteur pour l'inflammation de l'amorce *d* ; C, compartiment du câble ; D, dynamo ; R, appareil électrique pour la commande du gouvernail ; G, gouvernail ; H, hélice ; T, tube guidant le conducteur à sa sortie de la torpille jusqu'en arrière de l'hélice.

VIII. — Valeur militaire des différents types de torpilles.

Les résultats obtenus avec les torpilles pendant la guerre de Sécession et les guerres maritimes plus récentes sont les seules bases que l'on puisse avoir pour juger la valeur militaire de ces engins. L'efficacité des torpilles fixes pour la défense des passes n'est pas discutable ; les pertes nombreuses subies par la marine fédérale pendant la guerre de Sécession ne peuvent laisser aucun doute à cet égard ; une escadre qui chercherait à pénétrer dans une rade sérieusement protégée par des lignes de torpilles courrait les plus grands dangers et ne pourrait réussir qu'en sacrifiant un ou plusieurs de ses bâtiments. Le forcement d'une passe ne sera vraisemblablement tenté qu'après destruction ou mise hors de service des lignes de torpilles. Lorsque les conducteurs reliant les torpilles de fond aux postes de visée auront été coupés, lorsque les torpilles vigilantes auront été draguées ou qu'on aura obtenu leur explosion au moyen d'amarres remor-

quées par des chaloupes, les passes pourront être franchies sans danger; mais ces opérations seront à peu près impossibles dans le voisinage des forts et ne pourront être tentées qu'après destruction presque complète des ouvrages de la défense.

Les torpilles dormantes présentent l'avantage d'occuper des emplacements bien déterminés ; elles peuvent renfermer des charges considérables et avoir une puissance destructive terrible ; le dragage en est très difficile ; si les postes de visée sont bien à l'abri des coups de l'ennemi, les conducteurs inaccessibles, la ligne convenablement établie et bien entretenue, la mise de feu peut être considérée comme certaine. Elles présentent l'inconvénient de nécessiter l'éclairage électrique des passes par des projecteurs ; en outre, quand la profondeur est un peu grande, les charges de substances explosives doivent être considérables.

Les torpilles vigilantes présentent l'avantage de pouvoir être mises en place très rapidement ; leur fonctionnement est automatique ; mais dans les ports à marées leur immersion peut se trouver trop faible à marée basse, trop forte à marée haute ; enfin, dans le cas d'un bâtiment marchant à très petite vitesse, le frottement de la carène ne produit pas toujours une inclinaison suffisante pour produire l'explosion. Ces torpilles seront surtout employées pour l'organisation rapide d'une défense torpédique de fortune.

Après les récents progrès de l'artillerie et l'extension des pièces à tir rapide, l'emploi des torpilles portées sera sans doute de plus en plus restreint. Une attaque ne pourrait avoir quelques chances de succès que contre un navire au mouillage, qui ne serait point gardé et n'aurait pris aucune des précautions dont s'entoure un bâtiment en temps de guerre.

La torpille automobile peut être lancée à distance ; c'est toutefois une arme de faible portée ; la précision du tir laisse à désirer dès que la mer est houleuse ; les bâtiments ennemis arriveront-ils souvent assez près l'un de l'autre pour pouvoir faire usage de leurs torpilles ? Il est permis d'en douter. Avec les torpilleurs, les torpilles automobiles deviennent pour les flottes qui resteraient de nuit à proximité des côtes un danger sérieux auquel ne s'exposeront vraisemblablement pas les escadres. Le blocus d'un port sera, par suite, difficilement maintenu tant que la défense disposera de torpilleurs. La torpille Whitehead a un fonctionnement généralement satisfaisant quand elle est bien réglée, mais c'est une arme délicate, sujette à de fréquentes déviations initiales ; les charges de fulmi-coton sont relativement faibles pour le poids de la torpille. La torpille Howell a fait récemment de très grands progrès ; elle est simple et robuste ; le poids de la charge est relativement élevé ; elle se maintient bien dans le plan de tir ; elle paraît, à ces différents points de vue, mériter la faveur dont elle jouit en Amérique.

Les torpilles dirigeables, si ingénieux que soient les dispositifs qui ont été imaginés, présentent de sérieux inconvénients ; elles nécessitent des postes de manœuvre dont l'emplacement sera difficilement caché à l'ennemi et qui pourront devenir l'objet de ses attaques ; la manœuvre de l'engin, simple en principe, est en fait des plus délicates, surtout de nuit ; la torpille présente l'inconvénient d'être visible pour l'ennemi, qui peut chercher à la détruire ou à l'éviter ; enfin, les résultats donnés par le fonctionnement même des engins sont loin d'être en tous points satisfaisants.

Quelques difficultés que l'on puisse rencontrer dans l'emploi des torpilles de différents systèmes, la puissance destructive de ces engins est telle que le simple fait de les utiliser paralysera toujours en partie les moyens d'action de l'ennemi. Une veille incessante et jamais en défaut sera nécessaire à bord de tous les bâtiments, fatiguant les hommes et les officiers, et finissant par user les forces des équipages. Par son effet moral, plus encore peut-être que par ses effets directs, la torpille est appelée à jouer un rôle important dans les guerres navales de l'avenir[1].

H. Brillié,
Ingénieur des Constructions navales.

[1] Dans un prochain article nous étudierons les *Torpilleurs*.